

10/550092

JC05 Rec'd PCT/PTO 21 SEP 2005

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Isamu YOSHII, et al.
Application No.: New PCT National Stage Application
Filed: September 21, 2005
For: APPARATUS AND METHOD FOR OFDM RECEPTION

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

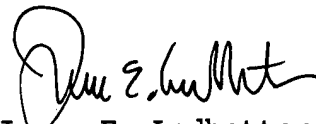
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2003-091748, filed March 28, 2003.

The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: September 21, 2005

JEL/spp

Attorney Docket No. L9289.05178
STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

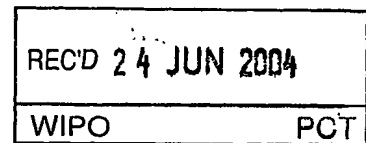
23.04.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 3月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-091748
[ST. 10/C]: [JP2003-091748]



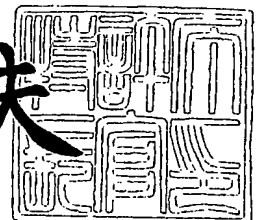
出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2900655305

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/216

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 パナソニ
 ック モバイルコミュニケーションズ株式会社内

 【氏名】 吉井 勇

【発明者】

 【住所又は居所】 石川県金沢市西念一丁目 1 番 3 号 株式会社パナソニッ
 ク モバイル金沢研究所内

 【氏名】 福岡 将

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105050

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041243

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 OFDM受信装置及びOFDM受信方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、

前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段によって抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、

前記干渉電力算出手段によって算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、

を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項2】 前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号することを特徴とする請求項1記載のOFDM受信装置。

【請求項3】 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信装置において、


前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、

前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出手段と、

前記電力比算出手段によって算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出手段と、

前記干渉電力算出手段によって算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキ



キャリアのシンボルを復号する復号手段と、
を具備することを特徴とするOFDM受信装置。

【請求項4】 前記合成比算出手段は、前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を決定する重み値を算出し、
前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受信信号の合成比を決定する重み値と、に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号することを特徴とする請求項3記載のOFDM受信装置。

【請求項5】 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信方法において、

前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、

前記抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、

前記算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、

を有することを特徴とするOFDM受信方法。

【請求項6】 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信方法において、

前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、

前記抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、

前記抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出ステップと、

前記算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出ステップと、

前記算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記算出した各受信信号の合成比に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、
を有することを特徴とするOFDM受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、OFDM信号のOFDM受信装置及びそれらの方法に関し、特に周波数ホッピング方式のOFDMシステムに用いられるOFDM受信装置に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、移動体通信システムにおいて、周波数ホッピングを適用したOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式が検討されている。周波数ホッピングを適用したOFDMシステムは、複数のセル間で異なるホッピングパターンを用いることにより、セル間の干渉を平均化して通信を行うようになっている。

【0003】

周波数ホッピングOFDM方式を含むマルチキャリア方式を使用した移動通信システムでは、送信情報の符号化にターボ符号やLDPC (Low Density Parity Check: 低密度パリティ検査) 符号のように、軟判定値を利用したMAP (Maximum a posteriori: 最大事後確率) 復号を前提とした符号化方式が採用されている。

【0004】

また、ターボ符号の復号処理では、伝送路がAWGN (Additive White Gaussian Noise: 加法性白色ガウス雑音) 環境であるものとして、以下に示す数式 (1) によりLLR (Log Likelihood Ratio) が導出されている (例えば、非特許文献1参照)。

【0005】

【数 1】

$$\begin{aligned}
LLR(D_{\pi}(k)) &= \ln \left(\frac{P_0(D_{\pi}(k))}{P_1(D_{\pi}(k))} \right) \\
&= \ln(P_0(D_{\pi}(k))) - \ln(P_1(D_{\pi}(k))) \\
&= \ln \left(C \exp \left(-\frac{1}{2\sigma^2} (D_{\pi}(k) - \alpha(k))^2 \right) \right) - \ln \left(C \exp \left(-\frac{1}{2\sigma^2} (D_{\pi}(k) + \alpha(k))^2 \right) \right) \\
&= \frac{2\alpha(k)D_{\pi}(k)}{\sigma^2}
\end{aligned} \tag{1}$$

このように、数式 (1) では、1つの符号単位で、雑音の分散は一定であるものとしている。

【0006】

また、CDMA (Code Division Multiple Access) の環境では、他セルからの干渉が逆拡散によって白色化されるため、符号語内では、干渉がほぼ一定と考えられる。このため、雑音によるシンボルの分散を表す σ^2 は、 σ^2 = 熱雑音 + 干渉となり、1符号語内では同じと考えてもよい。

【0007】

【非特許文献 1】

松本 渉、落合 秀樹：「OFDM変調方式の応用」，トリケップス，WS No. 216(2001-10), pp.80

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、CDMAの環境では、他セルからの干渉が逆拡散によって白色化され、符号語内では干渉がほぼ一定と考えられるため、雑音によるシンボルの分散を表す σ^2 は1符号語内では同じと考えてもよいが、周波数ホッピングを適用したFH-OFDMの環境では、干渉がランダムに発生するため、 σ^2 が1符号語内で一定とすると、その際のMAP復号特性が十分に得られないという問題がある。

【0009】

LLR値を算出する際に、熱雑音 + 干渉が一定であるとする、 σ^2 を一定にできるため、図8に示す算出モデルを用いて算出することは問題ない。

【0010】

しかし、FH-OFDM環境でシンボル毎に干渉電力が変化する場合、あるシンボルでは干渉電力が大きくなるため、図9に示す雑音電力が大きいときの算出モデルでLLRを算出することが正しいにも関わらず、図8の算出モデルでLLRを算出しているため、誤ったLLRを算出して、ターボ符号化の効果を十分に発揮できないという問題があった。

【0011】

また、他セル干渉を除去するため、干渉除去回路を受信装置に追加した場合は、シンボル毎にMMSE (Minimum Mean Square Error) 等の重み係数がかかるため、 σ^2 が1符号語内で一定とすると、干渉は除去されるが、シンボル毎に雑音電力が変化してしまうので、その際のMAP復号特性が悪くなり、ターボ符号化の効果を十分に発揮できないという問題があった。

【0012】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出し、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させるOFDM受信装置及びOFDM受信方法を提供することを目的とする。


【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明のOFDM受信装置は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記干渉電力算出手段によって算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備する構成を採る。

【0014】

この構成によれば、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができるため、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号



化の効果を十分に発揮させることができる。

【0015】

本発明のOFDM受信装置は、前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号する構成を採る。

【0016】

この構成によれば、周波数ホッピングOFDM環境においてシンボル毎の干渉電力の変化に応じて分散値を変更することができ、復号処理においてターボ符号を正しく復号化することができる。

【0017】

本発明のOFDM受信装置は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信装置において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出手段と、前記電力比算出手段によって算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出手段と、前記干渉電力算出手段によって算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備する構成を採る。

【0018】

この構成によれば、ダイバーシチ受信したシンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOFDM環境のダイバーシチ受信においてもターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【0019】

本発明のOFDM受信装置は、前記合成比算出手段は、前記シンボル毎の信号

対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を決定する重み値を算出し、前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受信信号の合成比を決定する重み値と、に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号する構成を採る。

【0020】

この構成によれば、ダイバーシチ受信したシンボル毎の干渉電力の変化に応じて分散値を変更することができ、復号処理においてターボ符号を正しく復号化することができる。

【0021】

本発明のOFDM受信方法は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信方法において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有するようにした。

【0022】

この方法によれば、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができるため、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【0023】

本発明のOFDM受信方法は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信方法において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出ステップと、

前記算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出ステップと、前記算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有するようにした。

【0024】

この方法によれば、ダイバーシチ受信したシンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOFDM環境のダイバーシチ受信においてもターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出して、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることである。

【0026】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0027】

（実施の形態1）

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態に係る周波数ホッピングOFDM方式対応の送信装置の構成を示すブロック図、図4は、ユーザ1に関する本実施の形態に係る周波数ホッピングOFDM方式対応の受信装置の構成を示すブロック図である。

【0028】

送信装置100は、ターボ符号化部101-1、101-2、変調部102-1、102-2、サブキャリアマッピング部103-1、103-2、多重器104、周波数インターリーブ部105、シリアルパラレル（S/P）変換部106、逆高速フーリエ変換（IFFT）部107、ガードインターバル（GI）挿入部108、無線処理部109及びアンテナ110とから主に構成される。

【0029】

ターボ符号化部 101-1, 101-2 は、ユーザ 1, ユーザ 2 の各送信データをターボ符号化処理してターボ符号信号をそれぞれ変調部 102-1, 102-2 に出力する。

【0030】

変調部 102-1, 102-2 は、各々異なる符号変調機能を有し、例えば、QAM系として 16QAM (Quad Amplitude Modulation), 64QAM、また、PSK系として BPSK (Binary Phase Shift Keying), QPSK (Quad Phase Shift Keying), 8PSK, などといった変調方式を採用する。

【0031】

変調部 102-1, 102-2 は、ターボ符号化部 101-1, 101-2 からそれぞれ入力されたターボ符号信号を、それぞれ異なる変調方式で符号変調処理して変調信号をサブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 に出力する。

【0032】

サブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 は、予めマッピングされた複数のサブキャリアのホッピングパターンに従って、変調部 102-1, 102-2 から入力された各変調信号にサブキャリアを割り当ててサブキャリア化し、そのサブキャリア信号をそれぞれ多重器 104 に出力する。

【0033】

多重器 104 は、サブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 からそれぞれ入力されたサブキャリア信号間に、外部から入力されるパイロット系列の情報を挿入したシリアル信号に多重化して周波数インターリーブ部 105 に出力する。

【0034】

周波数インターリーブ部 105 は、多重器 104 から入力されたシリアル信号に含まれる複数のデータ系列の配列方向が交錯するように読み出してインターリーブ信号として S/P 変換部 106 に出力する。

【0035】

S/P 変換部 106 は、周波数インターリーブ部 105 から入力されたインタ

ーリーブ信号を複数のデータ系列信号に並列化してIFFT部107に出力する。

【0036】

IFFT部107は、S/P変換部106から入力された複数のデータ系列信号の各サブキャリア成分を逆高速フーリエ変換して時間領域に変換して時間波形信号をGI挿入部108に出力する。

【0037】

GI挿入部108は、IFFT部107から入力された時間波形信号に、遅延に対する特性を改善するガードインターバルを挿入して無線処理部109に出力する。

【0038】

無線処理部109は、GI挿入部108から入力された時間波形信号をRF帯にアップコンバージョンしてアンテナ110からOFDM信号を送信する。

【0039】

この送信装置100では、ユーザ1, 2のユーザ数2に対応して送信データの処理が実行され、各送信データに対して符号化及び変調が行われ、その各変調信号がサブキャリアにマッピング（周波数割り当て）がなされるとともに、パイロット系列もマッピングされる。

【0040】


このユーザ1, 2データ及びパイロットデータに対するサブキャリアのマッピング結果を図2に2次元マップの模式図として示す。なお、パイロット系列信号も変調されている。

【0041】

そして、複数のサブキャリア信号は多重化された後、その多重化信号を基に更に周波数インターリーブ処理がなされる。このインターリーブ後のサブキャリアのマッピング状態を図3に2次元マップの模式図として示す。

【0042】

また、図4に示す受信装置200は、アンテナ201、無線処理部202、ガードインターバル（GI）除去部203、高速フーリエ変換（FFT）部204



、周波数デインターリーブ部205、チャネル分離部206、復調部207、干渉電力算出部208及びターボ復号化部209とから主に構成される。

【0043】

無線処理部202は、アンテナ201からOFDM信号を受信してGI除去部203に出力する。

【0044】

GI除去部203は、無線処理部202から入力されたOFDM信号からガードインターバルを除去してFFT部204に出力する。

【0045】

FFT部204は、GI除去部203から入力されたガードインターバル除去後のOFDM信号を高速フーリエ変換(FFT)して時間領域から周波数領域に変換する。このFFT部204により複数のサブキャリアにより伝送されたデータ系列信号が取り出されて、周波数デインターリーブ部205に出力される。

【0046】

周波数デインターリーブ部205は、FFT部204から入力された複数のデータ系列信号を、送信装置100においてインターリーブされる際の逆の配列方向で読み出して、元のシリアル配置のデータ系列を含むシリアル信号に戻してチャネル分離部206に出力する。

【0047】


チャネル分離部206は、周波数デインターリーブ部205から入力された複数のサブキャリア信号を含むシリアル信号を、各サブキャリア信号に分離してユーザ1信号に関して復調部207と干渉電力算出部208に出力する。

【0048】

復調部207は、チャネル分離部206から入力された各サブキャリア信号をそれぞれ復調してターボ復号化部209に出力する。

【0049】

干渉電力算出部208は、チャネル分離部206から入力された各サブキャリア信号に対する干渉信号の影響を判定するため、送信装置100において適用された変調方式(QAM方式又はPSK方式)に応じて、シンボル毎に干渉電力を



計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部 209 に出力する。

【0050】

ターボ復号化部 209 は、干渉電力算出部 208 から入力されたシンボル毎の干渉電力値に基づいて、復調部 207 から入力された各サブキャリア信号のシンボルの LLR 値を算出する。

【0051】

本実施の形態では、ターボ復号化部 209 がターボ復号処理する際の LLR の計算において、 σ^2 の値をシンボル毎に変更するために、干渉電力算出部 208 は、シンボル毎に干渉電力をターボ復号化部 209 に報告する必要がある。

【0052】

以下、受信装置 200 内の干渉電力算出部 208 における干渉電力計算方法について説明する。

【0053】

例えば、全ての信号が QPSK 方式で変調されて通信が行われていたとすると、干渉を受けたパイロット部分の電力と、干渉を受けていないパイロット部分の電力とを測定することにより、干渉電力を計算することができる。

【0054】

説明を簡単にするために、セル間同期システムにおいて 2 セルだけの環境を想定し、それぞれのセルにユーザが存在する環境において、自セル（ユーザ 1）と他セル（ユーザ 2 又はパイロット）におけるサブキャリアの割り当て例を図 5 に示す。

【0055】

この図 5 では、周波数方向はコヒーレント帯域内にあり、自セルからの信号電力も他セルからの信号電力もこの中では変化がないと仮定する。

【0056】

また、このとき、自セルのユーザ 1 とパイロットが干渉を受けているか否かの干渉状態の一例を図 6 に示す。図 6 において、0 は干渉を受けていないことを示し、1 は隣接セルからの干渉を受けていることを示す。

【0057】

以上のような環境において、パイロット部分で干渉を受けている電力部分と、データ部分で干渉を受けている電力部分の平均受信電力を計算すると、以下の計算方法で算出することができる。

【0058】

干渉を受けている部分の平均電力＝信号電力＋干渉電力＋雑音電力

また、パイロット部分で干渉を受けていない電力部分とデータ部分で干渉を受けていない電力部分を計算すると、以下の計算方法で算出することができる。

【0059】

干渉を受けていない部分の平均電力＝信号電力＋雑音電力

以上の干渉を受けている電力部分の平均受信電力を計算と、干渉を受けていない部分の平均電力の計算とにより干渉電力は以下の計算方法で算出することができる。

【0060】

干渉電力＝干渉を受けていない部分の平均電力＋干渉を受けている部分の平均電力

したがって、干渉電力算出部208は、上記計算式により各シンボルの干渉電力値を計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部209に通知する。

【0061】

ターボ復号化部209では、干渉電力算出部208から通知された干渉電力値に基づいて、ターボ復号のLLRの計算に用いる σ^2 を、以下の計算方法で算出する。

【0062】

σ^2 ＝熱雑音＋干渉電力

したがって、ターボ復号化部209では、この計算式に示したとおり、干渉電力算出部208から通知されるシンボル毎の干渉電力値に基づいて、 σ^2 をシンボル毎に変更することができる。

【0063】

このように、本実施の形態の受信装置200によれば、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOF

DM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【0064】

(実施の形態2)

実施の形態1では、シンボル毎に算出した干渉電力値により σ^2 をシンボル毎に変更してLLRを算出したが、本実施の形態では、シンボル毎に異なる干渉電力に応じて算出した重み係数によりシンボル毎に σ^2 をシンボル毎に変更してLLRを算出する。

【0065】

本実施の形態では、図1に示した送信装置100から送信されるOFDM信号を、図7に示す2つのアンテナでダイバーシチ受信を行う受信装置300において受信する場合を説明する。

【0066】

受信装置300は、アンテナ301、302、無線処理部303、304、ガードインターバル(GI)除去部305、306、高速フーリエ変換(FFT)部307、308、周波数デインターリーブ部309、310、チャンネル分離部311、312、干渉電力算出部313、314、SINR算出部315、316、MRC合成部317、復調部318及びターボ復号化部319とから主に構成される。

【0067】

受信装置300において、アンテナ301、302、無線処理部303、304、ガードインターバル(GI)除去部305、306、高速フーリエ変換(FFT)部307、308、周波数デインターリーブ部309、310及びチャンネル分離部311、312の各構成は、図4に示した受信装置200のアンテナ201、無線処理部202、ガードインターバル(GI)除去部203、高速フーリエ変換(FFT)部204、周波数デインターリーブ部205及びチャンネル分離部206と同一の構成を2系統設けたものであるため、これらの構成説明は省略する。

【0068】

干渉電力算出部313、314は、チャンネル分離部311、312から入力さ

れた各サブキャリア信号に対する干渉信号の影響を判定するため、送信装置 100 において適用された変調方式 (QAM方式又はPSK方式) に応じて、シンボル毎に干渉電力を上記干渉電力算出部 208 と同様の計算方法で計算し、その計算した干渉電力値をMRC合成部 317 に出力する。

【0069】

SINR (信号対干渉電力比) 算出部 315, 316 は、チャネル分離部 311, 312 から入力された各サブキャリア信号に対する SINR を計算し、その計算した SINR 値をMRC合成部 317 に出力する。

【0070】

アンテナ 301 及びアンテナ 302 では、それぞれ受信信号に含まれる干渉電力の大きさは異なるものと考えられるため、SINR算出部 315, 316 では、以下に示す計算方法により SINR を算出する。

【0071】

まず、SINR算出部 315, 316 は、以下の計算式を用いて信号電力 (S) を算出する。

【0072】

信号電力 (S) = 干渉を受けていない平均電力 - 熱雑音

次に、SINR算出部 315, 316 は、計算した信号電力 (S) を用いて以下の計算式で SINR を算出する。

【0073】

$$SINR = \text{信号電力} / (\text{干渉電力} + \text{熱雑音})$$

そして、SINR算出部 315, 316 は、算出した各 SINR をターボ復号化部 319 に出力する。

【0074】

MRC (Maximum Ratio Combining) 合成部 317 は、各アンテナ 301, 302 から受信されてチャネル分離部 311, 312 により分離されて入力された各サブキャリア信号を合成する際の各合成比を決定する重み係数 W_1 , W_2 を、SINR算出部 315, 316 から入力されたアンテナ 301, 302 の各 SINR 値を用いて以下の計算方法により算出する。

【0075】

なお、以下の計算では、SINR算出部315, 316から算出されたアンテナ301, 302の各SINRの大きさをSINR_1, SINR_2（実数値）としてW_1, W_2を算出する。

【0076】

$$W_1 = \text{SINR}_1 / (\text{SINR}_1 + \text{SINR}_2) \quad (\text{実数})$$

$$W_2 = \text{SINR}_2 / (\text{SINR}_1 + \text{SINR}_2) \quad (\text{実数})$$

実際には、干渉が有るセルと、干渉が無いセルが存在するため、その干渉の有無によってWの大きさは変化する（干渉と信号の大きさは、注目しているコヒーレント時間内、コヒーレント帯域では同じと仮定している）。

【0077】

そして、MRC合成部317は、算出したW_1, W_2を用いて、チャンネル分離部311, 312から入力された各サブキャリア信号を合成し、その合成サブキャリア信号を復調部318に出力する。

【0078】

復調部318は、MRC合成部317から入力された合成サブキャリア信号を復調してターボ復号化部319に出力する。

【0079】

ターボ復号化部319は、干渉電力算出部313, 314から入力されたシンボル毎の各干渉電力値に基づいて、復調部318から入力された合成サブキャリア信号のシンボルのLLR値を算出する。

【0080】

ターボ復号化部319では、干渉電力算出部313, 314から入力された各干渉電力値に基づいて、ターボ復号のLLRの計算に用いる σ^2 を、以下の計算方法で算出する。

【0081】

ここで、アンテナ301, 302における干渉電力の大きさをI_1, I_2、熱雑音を等しいと考えて、この熱雑音電力がNであるものとする、LLRの計算に用いる σ^2 は、以下のような計算をシンボル毎に行う。

【0082】

$$\sigma^2 = W_1 (I_1 + N) + W_2 (I_2 + N)$$

したがって、ターボ復号化部 319 では、この計算式に示したとおり、干渉電力算出部 313, 314 からそれぞれ通知されるシンボル毎の干渉電力値に基づいて、 σ^2 をシンボル毎に変更することができるとともに、 σ^2 の算出時にダイバーシチ受信の重み係数を反映することができる。

【0083】

このように、本実施の形態の受信装置 300 によれば、ダイバーシチ受信したシンボル毎に干渉電力の影響を反映させて LLR を正しく算出することができ、周波数ホッピング OFDM 環境のダイバーシチ受信においてもターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【0084】

なお、本実施の形態では、MRC を例示して説明したが、干渉除去等の重み付け計算を行う際には、 σ^2 の計算において上記のような換算が必要となる。

【0085】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させて LLR を正しく算出することができ、周波数ホッピング OFDM 環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態 1 に係る送信装置の構成を示すブロック図

【図 2】

本実施の形態 1 に係るサブキャリアのマッピング結果を示す 2 次元マップの模式図

【図 3】

本実施の形態 1 に係るインターリーブ後のサブキャリアのマッピング状態を示す 2 次元マップの模式図

【図 4】



本実施の形態 1 に係る受信装置の構成を示すブロック図

【図 5】

本実施の形態 1 に係る自セルと他セルにおけるサブキャリアの割り当て例を示す図

【図 6】

本実施の形態 1 に係る自セルの干渉状態の一例を示す図

【図 7】

本実施の形態 2 に係る受信装置の構成を示すブロック図

【図 8】

従来の LLR 値の算出モデルを示す図

【図 9】

従来の雑音が大きいときの LLR 値の算出モデルを示す図

【符号の説明】

- 100 送信装置
- 101-1、101-2 ターボ符号化部
- 102-1、102-2 変調部
- 103-1、103-2 サブキャリアマッピング部
- 104 多重器
- 105 周波数インターリーブ部
- 106 シリアル／パラレル変換部
- 107 逆高速フーリエ変換部
- 108 ガードインターバル挿入部
- 109 無線処理部
- 110 アンテナ
- 200、300 受信装置
- 201、301、302 アンテナ
- 202、303、304 無線処理部
- 203、305、306 ガードインターバル除去部
- 204、307、308 高速フーリエ変換部



205、309、310 周波数デインターリーブ部

206、311、312 チャンネル分離部

207、318 復調部

208、313、314 干渉電力算出部

209、319 ターボ復号化部

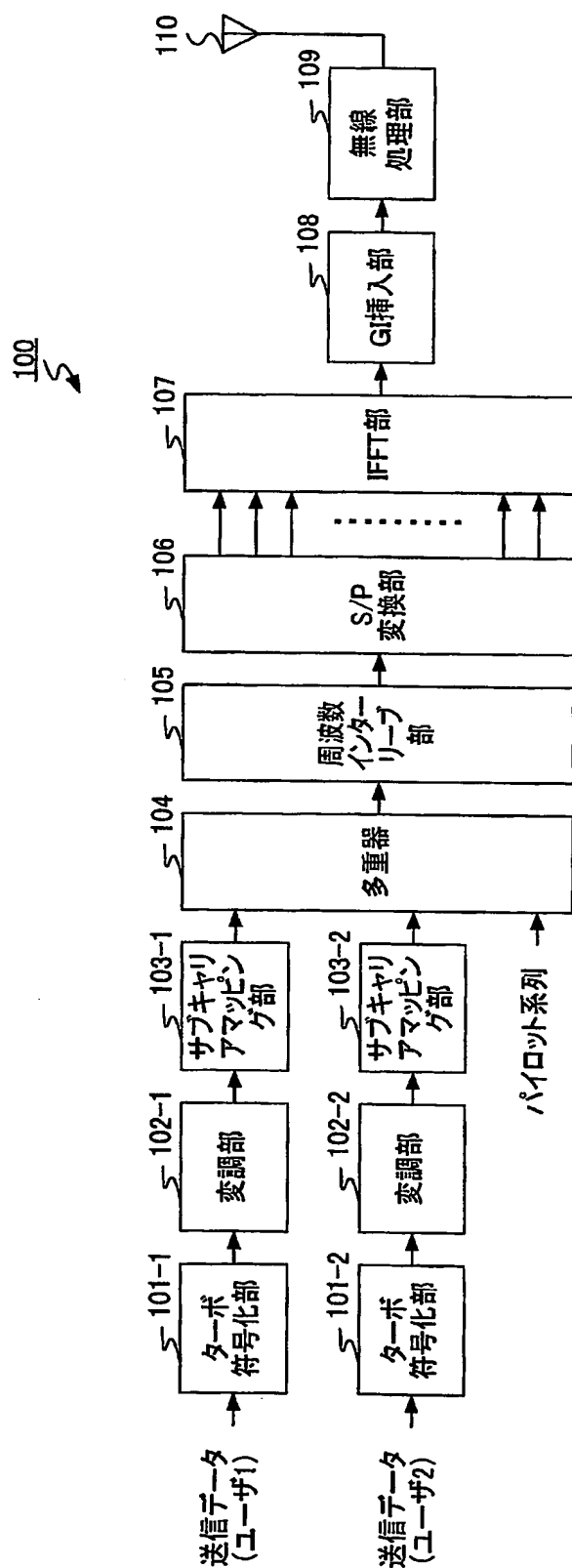
315、316 SINR算出部

317 MRC合成部

【書類名】

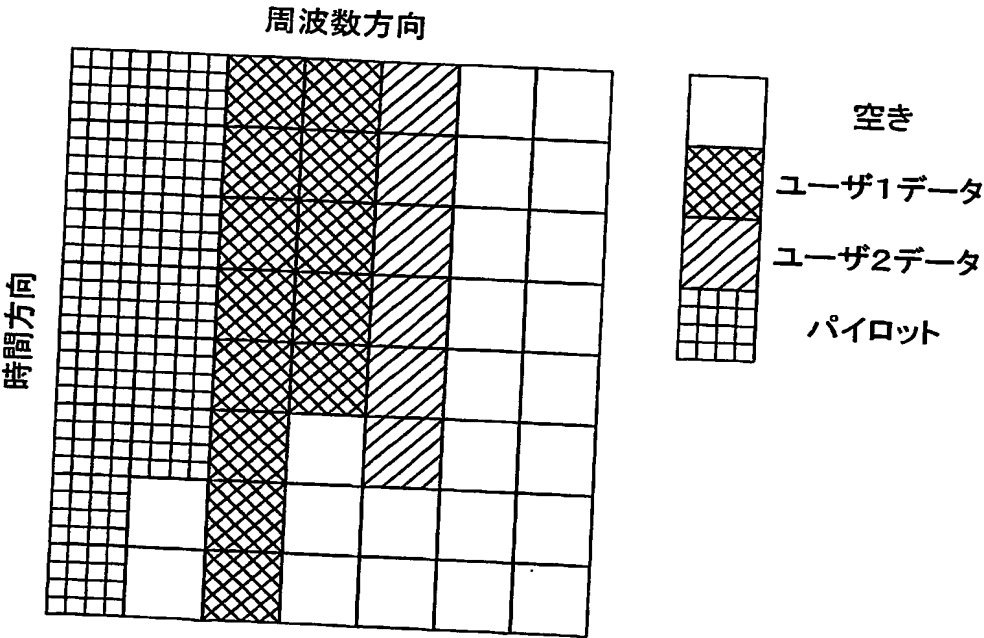
図面

【図 1】





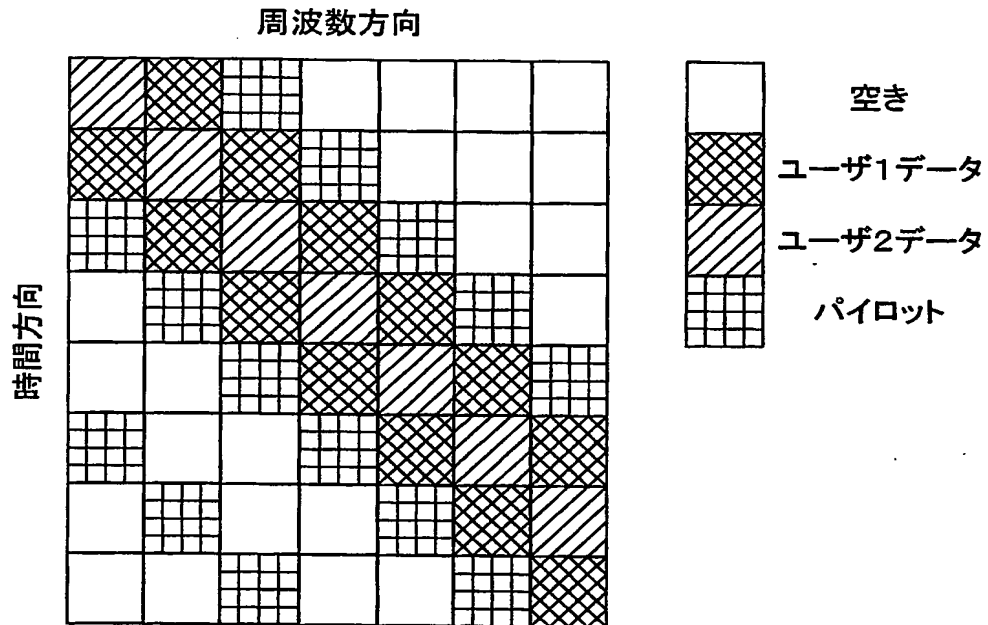
【図 2】



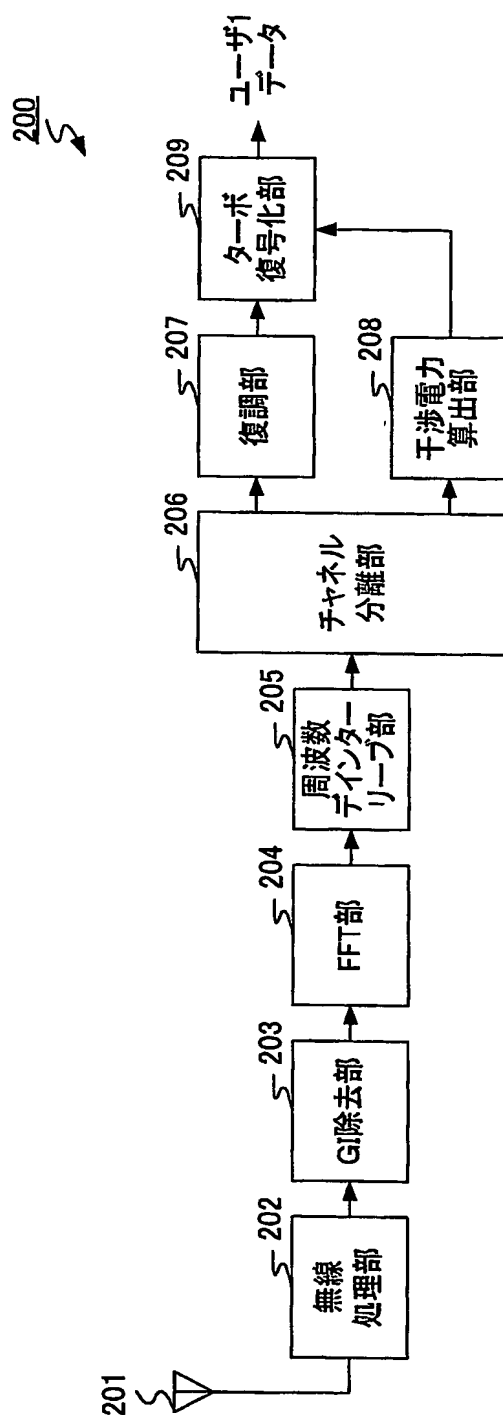


【図 3】

自セルの周波数割当



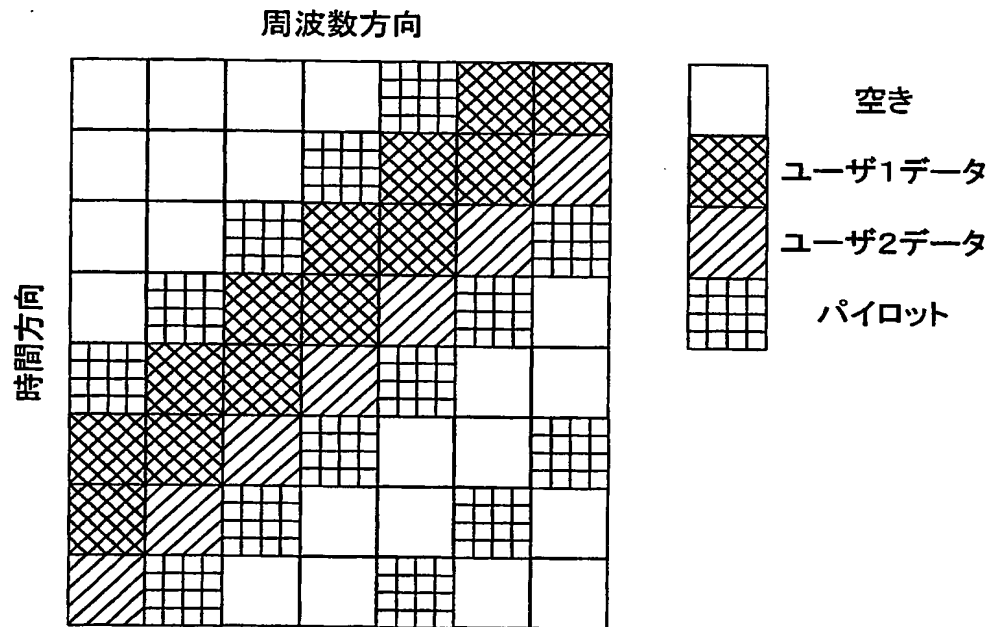
【図 4】





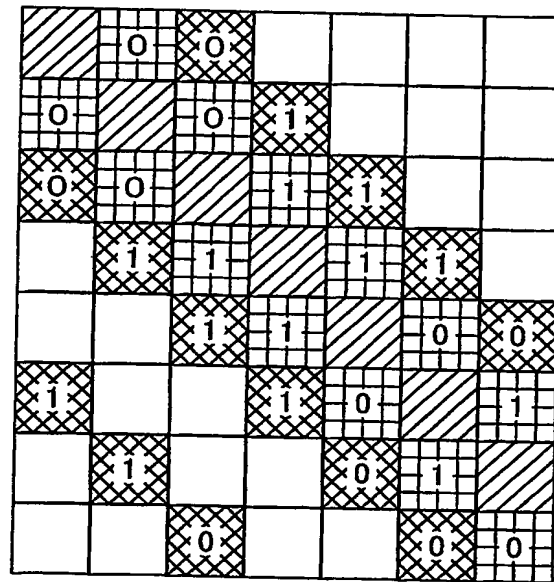
【図 5】

隣接セルの周波数割当

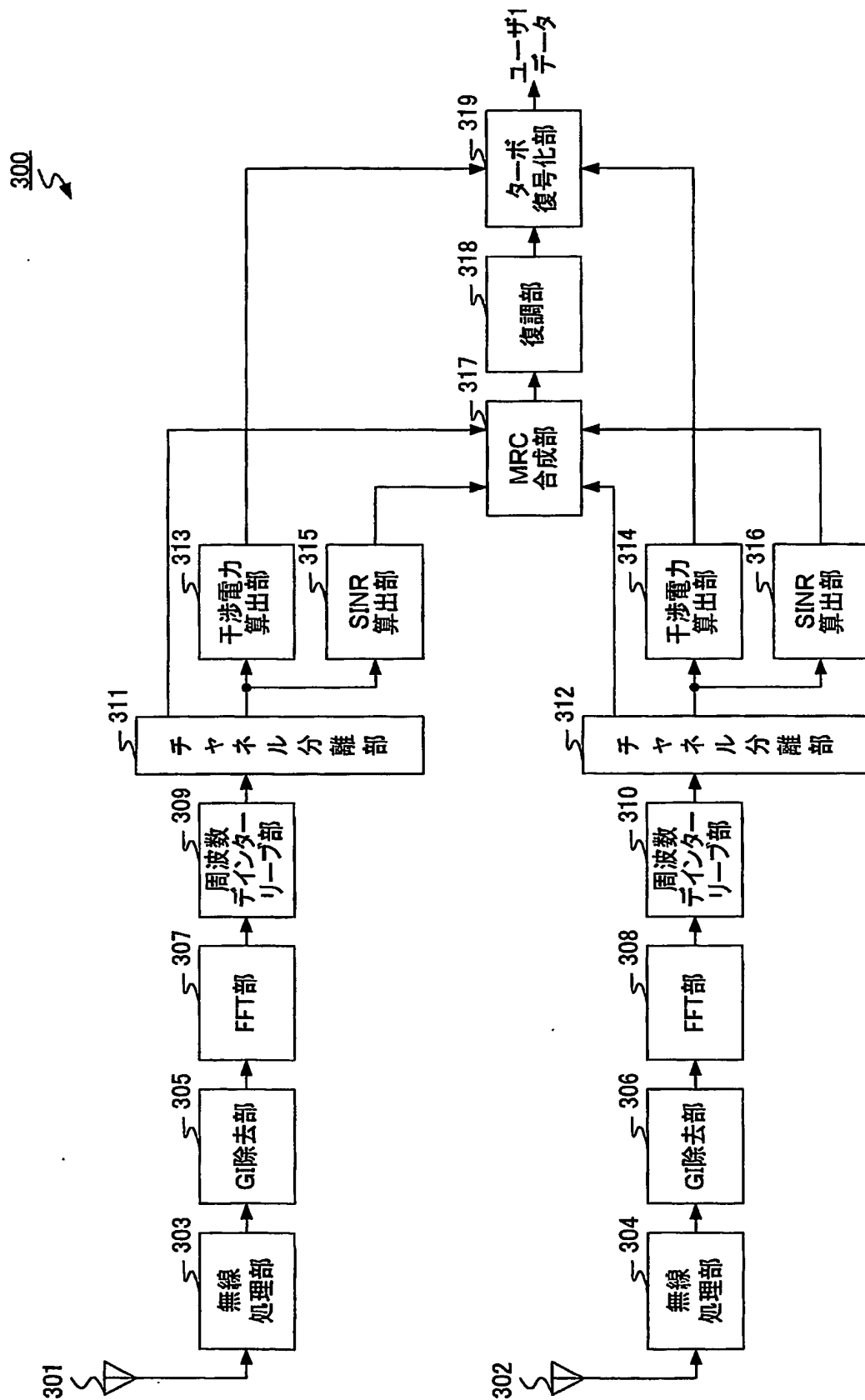




【図 6】

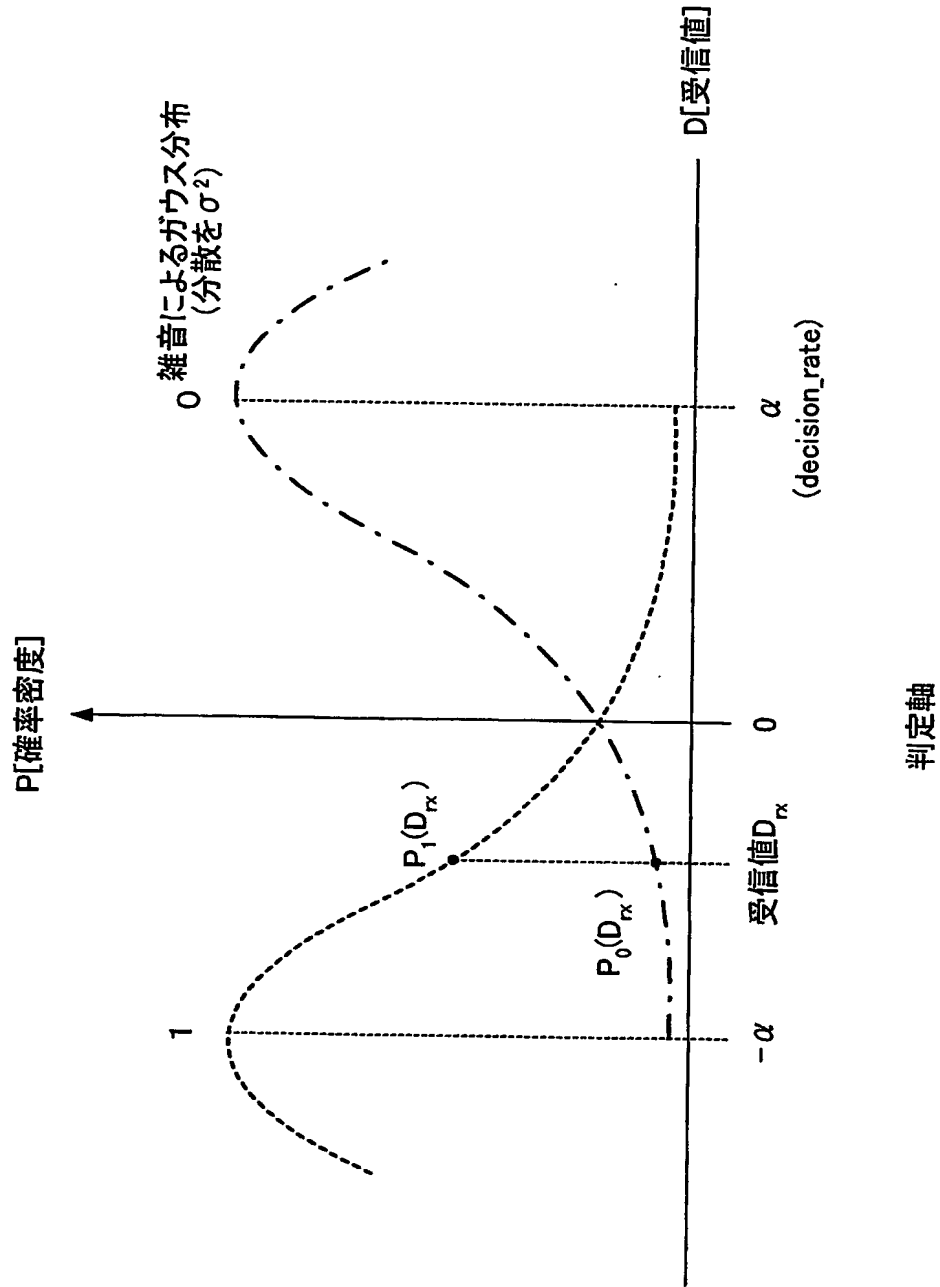


【図 7】



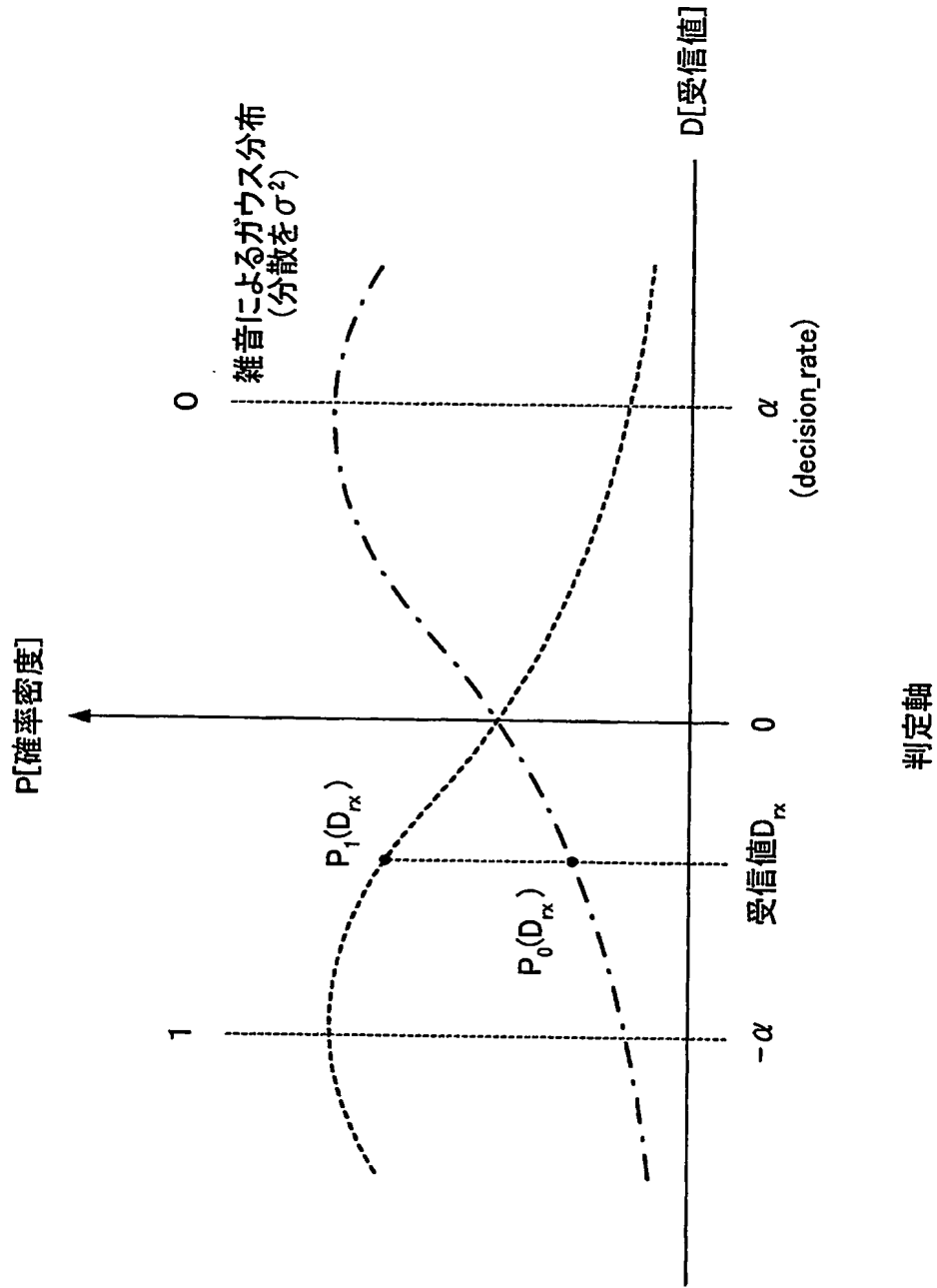
【図 8】

LLR(軟判定値)算出モデル



【図 9】

LLR(軟判定値)算出モデル(雑音電力が大きいとき)





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出して、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させること。

【解決手段】 干渉電力算出部208は、計算式（干渉電力＝干渉を受けていない部分の平均電力＋干渉を受けている部分の平均電力）により各シンボルの干渉電力値を計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部209に通知する。ターボ復号化部209では、干渉電力算出部208から通知された干渉電力値に基づいて、ターボ復号のLLRの計算に用いる σ^2 を、計算式（ σ^2 ＝熱雑音＋干渉電力）で算出することにより、干渉電力算出部208から通知されるシンボル毎の干渉電力値に基づいて σ^2 をシンボル毎に変更する。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 3 - 0 9 1 7 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社